FUNDAMENTOS DE LA INGENIERÍA GENÉTICA

POR: SANTIAGO DUQUE ROBLEDO

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

La ingeniería genética es la ciencia que manipula de manera directa o indirecta los genes de un ser vivo, ya sea sustituyendo, duplicando o suprimiendo parte de su genoma, para de esta manera dotar al individuo de nuevas capacidades que no poseía anteriormente. En el caso de que se utilice el material genético de otra especie, a la especie modificada se le denominará "Organismo Transgénico".

En este libro se va a explicar cómo ha evolucionado la ingeniería genética que a través de los años ha sufrido muchos cambios. Este tema controversial presenta severos dilemas éticos y morales a la hora de su aplicación en la humanidad, ya que, si se quieren cambios

significativos en la sociedad, se tendrían que liberar de dogmas, que todavía poseen muchas personas.

Para lograrse un avance que sea lo suficientemente seguro para la humanidad, se deben de hacer muchos estudios e investigaciones, los cuales requieren tanto tiempo como dinero, el cual en la mayoría de países es utilizado para el financiamiento de la creación y compra de armas, así como para patrocinar el conflicto interno y externo. Sobre este particular, no se puede generalizar, ya que existen muchos países europeos cómo es el caso de Suiza que es de los que más invierten en la investigación.

Muchos científicos queriendo dar resultados más rápidos y contundentes, ven la oportunidad de experimentar con humanos desatendiendo a la ética, porque aunque los

resultados parecen muy prometedores, en ningún caso el fin justifica los medios.

En el presente texto, se revisarán los diferentes tópicos de la Ingeniería Genética, empezando por sus orígenes, excepciones y cambios de esta a través del tiempo, pasando por los medios en los que se producen ciertas alteraciones y finalizando con algunos aspectos de la bioética.

Uno de los propósitos fundamentales de este libro es señalar tanto los peligros de esta rama de la ciencia como sus beneficios, y de esta manera poder mostrar cómo se está ayudando a la sociedad a mejorar su calidad de vida. También se está favoreciendo, aunque no sea su finalidad última, a crear armas, ya que estos avances como crean

destruyen y si no se tiene control sobre sus alcances, podría conllevar a una extinción mundial.

Finalmente, el libro Fundamentos de la Ingeniería Genética, pretende de una manera sencilla y concreta, exponer los tópicos más relevantes de esta área para que sean de fácil comprensión por el lector y que motive su interés genuino en profundizar en temas de actualidad científica que sin bien, puede enmarcar muchos riesgos, también puede generar conocimientos y avances científicos de mucha relevancia para la humanidad.

MARCO TEÓRICO

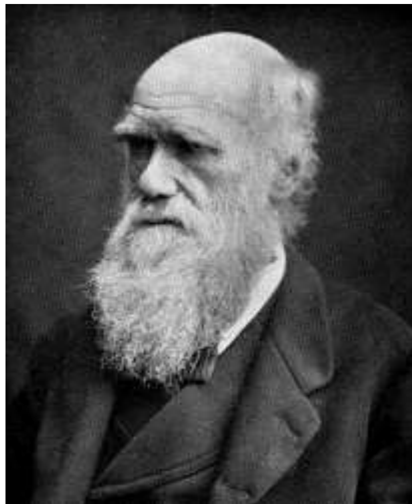
Orígenes:

A través de los años y las diferentes generaciones la manipulación genética, más bien llamada ingeniería genética, ha ido evolucionando y con ello cambiando nuestra forma de ver el mundo.

La historia de la genética tiene sus orígenes en el descubrimiento de la célula en 1838 (3) por ***Robert Hooke***, el cual con la ayuda del microscopio observó organismos vivos y pudo ver pequeñas partículas a las cuales se les llamaron posteriormente células, que en principio no era su propósito. Adicionalmente, a Hooke también se le atribuye el descubrimiento de la pared celular (4). Este fue el primer paso al mundo de la genética y prosiguió con la publicación de ***Darwin*** de la "teoría de

la evolución de las especies”, la cual se desarrolló a bordo del HMS Beagle con el propósito de estudiar la diferencia que tenían las especies a lo largo del mundo; este viaje tuvo inicio en 1831, duró 5 años, a través de los cuales se recogió información que permitió en el año 1859, publicar su libro “El Origen de las Especies”, en el cual postula que todos los seres vivos evolucionan a través de la historia con un antepasado común y que la evolución, es la recopilación de mutaciones en el organismo para su beneficio propio; Darwin fue el que introdujo el término de la **selección natural**, la cual dice que el más fuerte sobrevivirá, pero esto no es literal ya que Darwin se refiere al más fuerte cómo al organismo que presente ciertas características que le resulten beneficiosas y ventajosas, frente a cierto entorno será el más fuerte ya que estará adaptado; la teoría de Darwin tenía ciertos

vacíos conceptuales o debilidades tales como que no pudo explicar cómo se lleva a cabo la aleatoriedad de los genes y cómo ésta afecta al organismo en determinadas ocasiones, aparte de esto, su más grande debilidad es que usó el método inductivo en sus investigaciones, ya que en ciertos ambientes y ocasiones observó determinados comportamientos, pero lo que no considero es que en el ambiente en el que lo observó era un caso específico y no general, como si lo que observara siempre pasará (5).



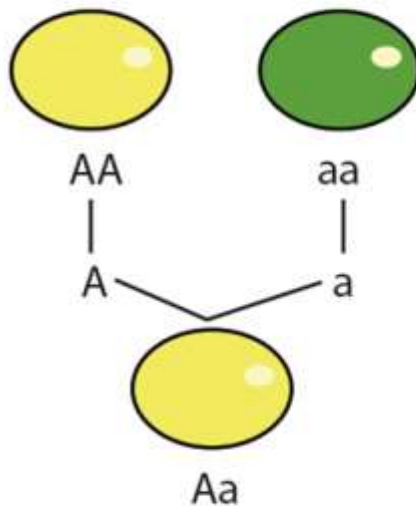
Charles Darwin

Después prosiguió un contemporáneo de Darwin llamado ***Gregor Mendel*** el cual, tras experimentar con guisantes, pretendía controlar la genealogía de dichos guisantes, para eso tuvo en cuenta un número limitado de especies de guisantes las cuales cruzó de manera repetitiva como él quería y así poder observar unos resultados más claros y concisos de este experimento, para ello cortaba el estambre de una primera la planta, y esparcía el polen en el pistilo de una segunda planta en primavera para así asegurar su fecundación, en su primer experimento cruzó una planta enorme con una planta enana, y lo presupuestado por Mendel para esta primera generación o F1 era que tuvieran un tamaño intermedio, pero para su asombro toda la primera generación filial tuvo un tamaño enorme por lo cual llevó a Mendel a su primer descubrimiento. Dijo que el carácter “gigante” de la planta

era dominante y el carácter “recesivo” era recesivo, Pero antes de empezar a revisar estos conceptos se tiene que tener claro que el concepto de genotipo se refiere a los factores generacionales de un determinado organismo y el fenotipo se refiere a los rasgos que se pueden expresar de dichos factores a esto se lo llaman alelos los cuales son la variante genética que permite determinar un rasgo o carácter los cuales pueden ser o Dominante (los cuales tiene predominancia) y los recesivos, los cuales solo se van a expresar si ambos alelos son recesivos mientras que si existe un alelo dominante en el genotipo siempre se va a expresar la característica para la cual está codificado dicho alelo, a través de esto le ayudó a crear tres leyes las cuales fueron (6) :

1. La ley uniforme: La ley de uniformidad de los híbridos nos habla de que al cruzar dos variedades

de homocigotos puros ya sean Dominante - Dominante; Dominante - Recesivo; Recesivo - Recesivo, la primera generación filial va a tener como resultado el mismo genotipo y fenotipo, en el caso de que se cruzan un Dominante y un Recesivo, el fenotipo y el genotipo serán determinados por dicho alelo.



Para realizar este experimento Mendel realizó un cruce de guisantes los cuales eran homocigotos para las características de su color, por lo cual había uno amarillo y otro verde y al final del cruce la primera generación fue toda amarilla por lo cual se determinó que el amarillo era un gen dominante.

2. Ley de Segregación o ley de la separación equitativa: Habla que para que exista la reproducción entre dos individuos primero se debe de separar el alelo y de esta manera haya una transferencia equitativa de alelos hacia el hijo, esta ley se llama así porque cada padre separa de si un alelo para sí poder formar a una primera generación filial híbrida.
3. Ley de Herencia Independiente de Caracteres o Ley de la Asociación Independiente: Dictamina

que existen rasgos que son independientes, sin importar el fenotipo, ya que pueden ser de diferentes cromosomas o del mismo separado, esto permite que se codifican varias características al tiempo en un individuo (7).



Gregor Mendel

Después de Mendel llegó ***Thomas Hunt Morgan***, un profesor de zoología experimental, el cual a través de ciertos experimentos a principios del siglo XX y con ayuda de compañeros de la universidad de Columbia, creó el experimento de la "Sala de la mosca" utilizando como sujeto de experimento a moscas de la fruta (Drosophila melanogaster), con este experimento se intenta demostrar la base física de la herencia, de esta manera intentar replicar o rehacer los experimentos de Mendel pero a una escala animal, pero esto no fue tan fácil para Morgan ya que era muy distinto el estudio de las plantas al de un animal como la mosca ya que estos no presentan unos rasgos físicos visibles, o tan llamativos como lo hacían los guisantes por lo que esta investigación duró mucho tiempo ya que la búsqueda de estos rasgos era muy difícil, ya que las diferencias entre las moscas eran casi nulas.

Después de varios cruces entre moscas se encontró una mutación en la que la mosca poseía ojos blancos, entonces a partir de estos se decidieron a cruzar esta mosca con una mosca normal de ojos rojos sus resultados fueron que en la primera generación filial todas las moscas poseen ojos rojos, no obstante en la segunda generación filial apareció esta característica, lo que les pareció curioso es que únicamente aparece en moscas macho, por lo cual esto les dio pie a determinar que los ojos blancos debían ser un gen recesivo ligado al cromosoma X por lo cual esto explicaría la aparición única en hombres, de esta manera Morgan dio paso a la aparición de la genética moderna, en la cual Morgan lleno los vacíos intelectuales dejados por Mendel en su teoría, al poder explicar desde la teoría cromosómica, la herencia ligada al sexo y cómo actuaban los factores de dominancia en los organismos (8).


Sala de la mosca de Thomas Hunt Morgan

Posteriormente llegando a la mitad del siglo XX, con ayuda de los descubrimientos de Morgan se identifica a el ADN en los cromosomas y cómo acreedora de la codificación del material genético humano, con esto los investigadores ***Francis Crick y James Watson*** proponen una estructura de doble hélice para el ADN en 1953, para esto necesitaron la ayuda del primero que investigó los ácidos nucleicos el ruso-estadounidense Phoebus Levene, el cual dictó que el ADN se compone principalmente de

cuatro bases nitrogenadas: Adenina, Guanina, Citosina y Timina; Estas estarían organizados en una estructura de azúcar fosfato.

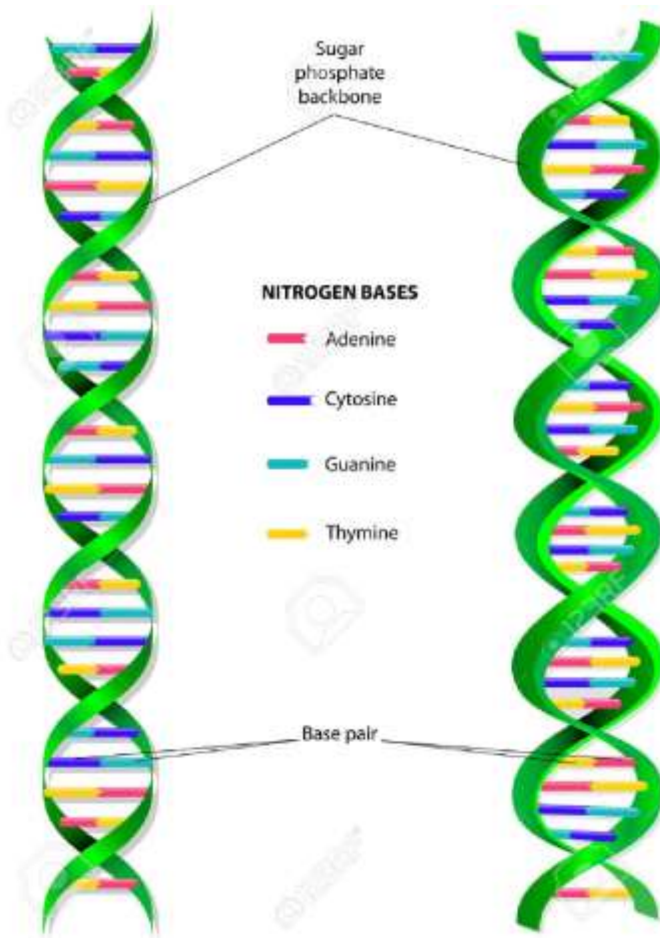


Watson y Crick

Pero antes de que llegaran Watson y Crick se tenía la leve idea de una estructura la cual era poco realizable o práctica ya que se componía de trinucleótidos, la cual de esta manera no podía albergar por completo la magnitud

del material genético, por lo cual se necesitó desarrollar. Watson y Crick en los laboratorios de Cambridge no tenían la idea o propósito de investigar la estructura del ADN pero fue Maurice Wilkins quien afirmada que el ADN tenía una forma helicoidal. Así las cosas, Watson y Crick, decidieron comprobarlo por sus propios medios, para esto realizaron dos experimentos, el primero falló, pero el segundo tuvo la ayuda de un miembro del consejo de investigación médica Max Perutz, el director de tesis de Crick, se dieron a la investigación, pero en medio de ella quedaron asombrados por una publicación del modelo de triple hélice por Linus Pauling, esto hizo que investigaran más en el asunto que conllevó a este descubrimiento, el cual refutó a Pauling en la conferencia Solvay de Química, en la cual se propuso y determinó

finalmente la estructura del ADN el cual posee una doble hélice (9).



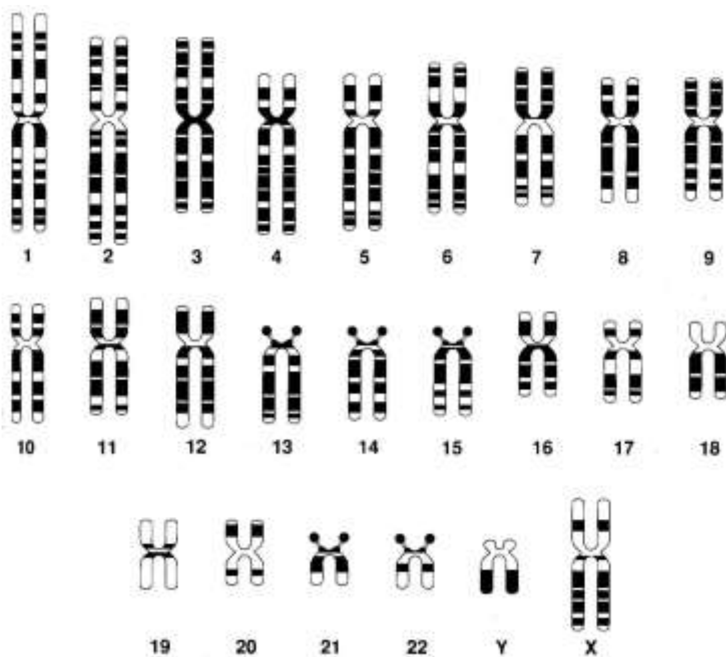
En esta misma época se descubre que existen **23 pares de cromosomas** en el ser humano, estos se pueden definir cómo, las estructuras básicas que contienen los genes los cuales está el material genético, estos son los encargados de determinar las características del genotipo y fenotipo de la persona y con ello características que se expresan y también que no se expresan, cómo lo puede ser el color de los ojos el tipo de sangre, la altura, entre otros.

El cromosoma está constituido por dos cromátidas unidas por el centrómero, estas estructuras ya definidas se encuentran en el núcleo de las células del ser humano, en el cual alberga el material, este se ve distribuido en dos tipos de células, la primera son la células somáticas las cuales son diploides (que poseen 23 pares de cromosomas), estas son las células de las cuales está

constituida nuestra piel, nuestros órganos y demás partes del cuerpo, con la única excepción de los gametos sexuales los cuales poseen células haploides (poseen la mitad de cromosomas totales) estas son las encargadas que a la hora de una fecundación, el material genético se mezcle y se unan los 23 del espermatozoide con los otros 23 del óvulo, y así dar creación a la vida, pero estos son perfectos y poseen ciertas alteraciones perjudiciales para el ser humano las cuales son:

- Anomalías Numéricas: Estas se producen cuando a la persona o individuo le falta un cromosoma o le sobra uno este es el típico caso de la anomalía de la trisomía del par 21 o síndrome de Down.
- Anomalías Estructurales: Estas se produce cuando en el mismo cromosoma hay alteraciones tales como: Duplicación - Parte del cromosoma se

duplica, produciendo exceso de material genético; Translocaciones - Parte del cromosoma cambia de lugar original; Inversiones - Parte del cromosoma se desprende y se inserte en el lado inverso y Delaciones - Se elimina parte del cromosoma eliminando con si parte del material genético (10).



A finales de siglo XIX se necesitaba un medio por el cual identificar a las personas que fuera más válido que su firma ya que se estaban presentando crímenes en los cuales se falsificaba la firma, para esto ya se tenía el conocimiento de estas alrededor de los 1800 se tenían ideas sobre el tema, pero no de su relación con la identificación de la persona, es por eso que se usaba en ciertas ocasiones como amenazas ya que estas huellas son pruebas irrefutables de los crímenes de algunas personas, pero para 1870 llega Dr. Henry Faulds, Cirujano-Superintendente Británico, el cual desarrolló un estudio de la piel en el cual encuentra pruebas o marcas en las manos con una pieza de cerámica, a partir de este estudio le permitió identificar la importancia de estas, por lo cual le permitió desarrollar un método de cualificación para las características que poseen estas huellas.

Para esto le estaba pidiendo ayuda a su compañero Charles Darwin que le ayudará, para clasificar a las huellas dactilares en impresiones en tinta, pero desafortunadamente gracias a el estado de salud, le informa que la colaboración no podría ser posible por esto decido brindarle los materiales necesarios para que continúe con sus investigación.

Ya para 1880 Faulds publica un artículo científico llamado “Nature” en el cual expresa la importancia que poseen estas huellas en la identificación personal, en la cual se propone por primera vez el uso de la tinte para captar las huellas e identificar que cada huella es única y para esto evitar los problemas que se estaban presentando por la falsificación de las identidades, a partir ya de 1882 ya se internacionaliza y pasa de al continente americano,

en el cual es usada esa información por el doctor Gilbert Thompson, en el cual ya se internacionaliza como medio de identificación personal, desde ese momento se mejoran los medios de obtención de estas huellas dactilares para que así sea más clara que con la tinta que se podría dañar y con ello falsificar información (12).

Ya para el siglo XX gracias a los avances en ingeniería genética permitieron que los científicos Sir Frederick Grant Banting y el Dr. Charles Best, pudieran diseñar un experimento para aislar la hormona de la insulina de los animales, experimento exitoso por lo cual esto les permitió, hacer pruebas clínicas con esa insulina, ya que para la época ya se presentaban muchos casos de diabetes, los cuales no podían ser tratados de la mejor manera y solo eran regulados por las dietas por lo cual su hallazgo fue

crucial para la vida de muchos hombres, alrededor de 1923 logran sintetizar su primera vacuna la cual tiene como nombre “iletin”, para esta vacuna se tuvo como principal productor en un inicio a una fábrica alemana, la cual por cierto solo duró un año en funcionamiento, hasta que se descubre la relación que posee la insulina con el páncreas, para este momento se seguía usando la insulina animal, la cual no era muy asequible ya que esta presentaba problemas en primer lugar su recepción ya que por lo general era la causante o detonante de las alergias, y en segundo lugar su tratamiento era demasiado costoso, ya que la cantidad de insulina extraída del cerdo, el cual era el principal animal usado para esto, es demasiado escasa por lo cual para su tratamiento se necesitan demasiados cerdos para mantener a un hombre sano, por lo cual no era nada rentable, para evitar el rechazo de esto

en 1960 el científico Hoechst, logró sustituir el aminoácido que causaba las alergias por uno humano que no causa alergias, pero aun así seguía siendo muy costoso el tratamiento, por lo cual la solución más conveniente y elegida fue que gracias a la identificación del gen de la insulina por . Gilbert y Lydia Villa-Komaroff en 1977, se logró después sintetizar las dos cadenas de aminoácidos por separado, y después unirlas por medios químicos de esta manera el costo de su producción se redujo ostensiblemente y gracias a esto puede estar al alcance de más personas que padecen la enfermedad (11).

A partir de 1960 se empieza a tener la duda sobre la secuenciación del ADN la cual consiste en Determinar la secuencia de nucleótidos de cierto organismo. Para esto ya se tenía el conocimiento de la secuenciación de

proteínas por lo cual ya se tenía el trabajo adelantado, por esto se creía que la secuencia de nucleótidos fuera más difícil.

El primer nucleótido en hacer parte de una secuenciación fue el $tARN^{Ala}$ el cual pertenece a la levadura, esta secuenciación se dio gracias a las investigadores Robert Holley, con ayuda de los autores del libro The "Ribonucleic Acids" D. S. Letham, P. R. Stewart que junto a Holley, realizaron una investigación que duraría más de 7 años, para esto se hicieron experimentos para intentar secuenciar el ADN para ello utilizaron el mismo método de secuenciación que usaban para secuenciar proteínas en la época, método que consiste en la ruptura de las proteínas en péptidos (unión de varios aminoácidos), de esta manera el análisis de éstas era más

fácil ya que si se analizan cadenas muy largas de aminoácidos se pueden llegar a tener fallas en este proceso, después separar estos péptidos por medio de la cromatografía, se usan determinadas enzimas en ciertos lugares específicos del péptido para así lograr la obtención de dos cadenas de aminoácidos que posteriormente se modifican, la parte negativa es que de esta manera es imposible la identificación de las modificaciones que hayan ocurrido en dicho aminoácido (14). Este proceso es también llamado hidrólisis parcial, método por el cual les permito a Holley y a su grupo utilizaron por primera vez la ribonucleasa (enzima) para así poder romper el ARN método el cual no funcionó en este caso. Por lo cual se decidieron por secuenciar el ADN pero esta secuenciación tenía un gran problema el cual era su extensión, ya que una cadena simple de ADN por lo

general podría contener más de 5000 nucleótidos, por lo cual su complejidad era muy alta, sin embargo, este era el principal, pero existía otro problema el cual era que no se hallaba la enzima adecuada para este proceso, y sin esta no se podría fraccionar el ADN por lo cual también fallaría la secuenciación (13).

Ya para 1970 se tenían métodos de secuenciación de ARN los cuales también utilizaron como medio para secuenciar el ADN y lo hicieron con éxitos, pero gracias a que solo se obtenían 50 residuos, este proceso era muy lento y costoso por lo cual se veía la necesidad intrínseca de hallar mejores medios que optimizarán este proceso para así poder secuenciar el ADN en su totalidad.

Pero fue a finales de 1975 gracias a descubrimientos tales como: Mejores medios de secuenciación del ADN más óptimos, el descubrimiento de técnicas para replicar secciones de ADN y el descubrimiento de las endonucleasas enzimas que hicieron posibles romper la secuencia de ADN; Esto sirvió para que dos años después Maxam y Gilbert pudieran publicar un escrito oficial en el cual mencionan un protocolo de secuenciación.

Ya finalizando esta línea de tiempo vienen la creación de vegetales transgénicos los cuales son organismos a los cuales han alterado su composición genética dando dotes de otras plantas, animales o bacterias; para que así gane características que de por si no tenían. Para esto alrededor de 1983 se crea la primera planta transgénica la cual es una planta de tabaco, con la producción de esta primera

planta se generaron muchas polémicas más que todo con la religión, cosa que no impidió que estas se siguieran creando, ya que después de todo es un medio por el cual se puede tomar provecho al máximo de los agentes que hacen la planta resistente a patógenos. De esta manera se continuó la producción de estos alimentos para su comercialización, para esto se creó un tomate el cual su modificación consiste en que lo hacía más resistente y más duradero por lo cual podría estar más tiempo en el anaquel sin dañarse, pero su recepción no fue adecuado por lo cual que prontamente después de su comercialización tuvo que ser retirado gracias a que, los consumidores de este alimento se quejaron de su sabor extraño y de su contextura.

Para la década de los 90 la comercialización de estos productos se masificó dentro de los Estados Unidos, y con el aval de experimentar en los campos agrícolas, lo cual tuvo grandes resultados incrementando ostensiblemente su producción y eficiencia por lo cual ya tenían la capacidad de satisfacer las necesidades propuestas por una sociedad en constante crecimiento (15).

Y cómo último hecho del estudio de la genética está la hazaña de la clonación de un ser vivo como lo fue el caso de la oveja Dolly a principios del siglo XXI, ¿Pero en qué consiste esta clonación? ¿En dónde se desarrolló? En primer lugar este fue un proceso que tuvo lugar en un centro de investigación en Escocia, en el cual tuvieron que idear la forma por la cual reprogramar una célula de una ubre, el programa consiste en programar la célula para que

se mantuviera viva pero sin crecimiento para que de esta manera fuera más fácil manipularla y replicarla, y este proceso consistió en insertar la célula en un óvulo no fecundado al cual se le había eliminado el núcleo, pero de por si no se fusionaron, por lo cual necesitan estimular el óvulo con pulsos eléctricos para su fusión, para que de esta manera desarrolla un embrión, pero antes de insertar el embrión en la madre sustituta, se necesitaba hacer un cultivo de este para ver que se replicara con normalidad.

Este proceso tuvo muchos fallos y solo un acierto de eso están 277 fusiones celulares de las cuales tuvieron éxito para formarse en el embrión solo fueron 29 de los cuales solo 13 de ellos fueron insertados en madres para que por último solo resultara exitoso. Esto fue una hazaña de talla mundial ya que la complejidad de esta acción, y también por las implicaciones que podría tener en el ámbito

médico y tecnológico en los cuales se podrían desarrollar nuevas tecnologías en las cuales se necesite la replicación de células madre, y de esta manera enfermedades que necesitan trasplantes estarían más al alcance de todos cuando se perfeccione este método (16).



Definiciones:

La **alteración genética** es un medio por el cual se están modificando la cadenas nitrogenadas de un individuo, tiene como fin último el mejoramiento de la especie, ya que a través de estudios sobre el tema se busca de alguna manera mejorar la calidad de vida de los individuos y se pueden corregir defectos que traen éstos desde su nacimiento; desde este punto de vista se está intentando que se dé una **selección artificial** la cual se puede definir como "la manipulación de las características que se heredan; por medio de la ciencia es posible incrementar la frecuencia con que se presentan los cambios genéticos en las sucesivas generaciones."(1) Se inducen estos cambios en los organismos buscando que prevalezcan ciertas características que sean beneficiosas para el ser humano, de este modo se intenta ser más resistente frente a ciertas

enfermedades; se espera eliminar defectos que pueden estar ligados a generaciones parentales, por lo cual se eliminaría el riesgo a padecer enfermedades cardiacas o enfermedades como la diabetes, que en cierto modo influye en gran parte su condición genética.

Dato Curioso

Gracias a la gran tasa de variabilidad genética que poseen los seres humanos, pueden existir ciertas alteraciones, que en un principio serán difíciles de creer tales como (2) que **es posible tener dos tipos de ADN**. En casos de uno en un millón, puede suceder que una persona posea dos tipos de ADN diferente. Esta alteración se lleva a cabo cuando en las etapas más tempranas del embarazo de mellizos, uno de ellos absorbe a su mellizo fraterno de esta manera cuando se da la absorción de las quimeras, y así se logra que es feto crezca con dos tipos de ADN que aunque son de la misma madre son completamente diferentes.

PROYECTO DEL GENOMA HUMANO

El proyecto del genoma humano fue uno de los proyectos más grandes desarrollados por toda la humanidad, por varios motivos tuvo un amplio capital para su desarrollo y tuvo en cuenta a la gran mayoría de los países potencia entre ellos Estados Unidos y Japón.



La finalidad de este proyecto era el desarrollo de la secuenciación completa del genoma humano de esta

manera tener claro cómo se construye un humano desde el punto de vista de sus principales 4 bases nitrogenadas. Esto nos daría una comprensión más clara de para qué sirve para que gen, y cómo influye en la aparición de características recesivas, o la aparición de enfermedades que están ligadas al ADN, este proyecto aparte duró alrededor de 13 años, desde 1990 hasta el 2003, este proyecto fue entregado dos años antes, de lo presupuestado.

Aparte de esto también se intentaba secuenciar el ADN de microorganismos cómo es el caso de la Escherichia coli, después de varios años de investigación y gracias la el aporte de Craig J. Venter, quien propuso un nuevo método de secuenciación alternativa, la cual conlleva al desarrollo de la investigación en un menor tiempo.

Por esto el grupo de investigación se dividió, entre los que intentaban secuenciar el ADN de la forma jerarquía, prevenida por el Consorcio público y por la parte alternativa propuesta por Celera genomics, de esta manera se dio una carrera contra el tiempo para ver quien logra secuenciar el ADN en menor tiempo. Acto que llegó a su finalización en el año 2.000 en el cual ambas partes realizaron las publicaciones de los borradores de la investigación en las dos más grandes revistas de ciencia, El consorcio por su parte lo hizo en la revista *Nature* y Celera genomics en la revista *Science,* ya para el 2003 se publicó la versión completa de esta investigación por parte del consorcio, la cual tuvo un rotundo éxito, ya que cambiaría de forma definitiva la sociedad, la biología y la salud.

Pero hasta ahora solo se tenían los métodos y la teoría por la cual se podía secuenciar de manera exitosa a un ser humano, caso que se aplicó por primera vez en 2008 en el cual secuenciaron el ADN de James Watson, con las tecnologías más avanzadas para la época, el procedimiento tuvo un costo de alrededor de un millón de dólares (19).

Dato curioso

En el ADN también hay virus: Hablando de la herencia de caracteres de un genoma, un individuo recibe de sus padres gran parte de sus características físicas, cómo lo pueden ser el timbre de la voz, la estatura o el cabello, pero lo que mucha gente no sabe es que en el mapa genómico de un individuo el 8% de este se deriva de virus, los cuales al entrar al organismo de antepasados y a través de los años se integraron al genoma, pero esto no va significar que nos vaya a dar la enfermedad para la cual el virus está codificado, ya que este está desactivado y no tiene la capacidad de volver a activarse.

¿CÓMO SE LLEVA A CABO?

Existen dos maneras en las que se pueden llevar a cabo estas modificaciones genéticas: La primera consiste en las enfermedades, en las cuales existe un gen mutado en el núcleo de las células, pero que un individuo posea un gen defectuoso no es el problema, el problema radica en que dicho gen sea dominante ya que de esta manera sea cómo sea su par va a expresarse por lo cual el individuo va a presentar dicha enfermedad para la cual el gen está codificado, se han registrado alrededor de 4.000 enfermedades que se derivan de estas mutaciones por lo cual las probabilidades de que un individuo posea algún tipo de estas mutaciones es muy alta, pero existen otros casos menos frecuentes en donde ciertos genes interactúan con el ambiente de manera perjudicial porque

su interacción con el ambiente los hace expresarse y de esta manera incrementa la susceptibilidad del individuo frente a la enfermedad codificada. Dentro de las enfermedades que poseen el alelo dominante en el gen de una célula está el síndrome de Marfan, la acondroplastia y la corea de Huntington, en este tipo de enfermedades lo más probable es que se desarrolle en el individuo, y que los hijos de dicho individuo solo hay una probabilidad del 50% de poseer cualquiera de estas enfermedades, pero en cambio hay enfermedades que están ligadas a un gen recesivo cómo es el caso de la anemia falciforme, la fibrosis quística y la enfermedad de Tay-Sachs, en este tipo de enfermedades existen muchas variaciones ya que al ser recesiva si solo se tiene un alelo para la enfermedad, el individuo se vuelve un portador, pero esto no hace que se exprese la enfermedad ya que junto a este gen está otro

que puede desempeñar su tarea de manera normal, entre las variaciones que pueden existir podemos mencionar: Entre dos personas que desarrollan la enfermedad hay una probabilidad del 100% que sus hijos lo desarrollen. Si una persona con la enfermedad desarrollada se cruza con otro que es portador la probabilidad decrece al 50%, que sus hijos lo desarrollen. Si las dos personas son portadoras se cruzan la probabilidad baja al 25% que sus hijos lo desarrollen. Y por último, si una persona con la enfermedad desarrollada se cruza con una sana la probabilidad es del 0%.

De esta manera cabe destacar que en los casos de las enfermedades con el gen dominante, y dado a la gravedad de las enfermedades previamente mencionadas la probabilidad de que una persona la cual padece la

enfermedad se reproduzca es muy baja, esto de alguna manera se podría comportar como una selección natural ya que el ambiente no permite que se reproduzca para que este gen desaparezca y no tenga la manera de continuar afectando a más personas.

Aparte de que el Gen que codifique la enfermedad sea dominante o recesivo, puede existir la posibilidad de que esté ligado al sexo, esto implica de que puede estar tanto ligado al cromosoma “X” cómo al “Y” y de esta manera presentarse con mayor o menor frecuencia según el caso, por ejemplo si la enfermedad está ligada al cromosoma X cómo es el caso de la hemofilia, para el caso de los hombres las probabilidades de desarrollar la enfermedad son muy altas ya que solo se recibe un cromosoma X y si ese esta con la enfermedad lo más probable es que lo

desarrolle, en el caso de las mujeres sucede lo contrario, gracias a que poseen dos cromosomas X si está ligado a uno, no implica que lo desarrolle ya para el caso de la hemofilia es una mutación genética recesiva gracias a esto las mujeres no lo desarrollan, este es también el caso del daltonismo por lo cual está más presente en hombres que en mujeres.

Es por esto que se han vuelto muy frecuentes las pruebas para detectar si un gen está mutado, ya que a los futuros padres les preocupa que su hijo puede poseer enfermedades para los cuales sus padres son portadores, por lo cual se hacen pruebas genéticas, de esta manera puede influir, en la decisión a la hora de tener un hijo, ya que en la mayoría de casos prevalece que se tenga una

buena calidad de vida y que no posea una enfermedad que le pueda afectar su manera de vivir.

Estas fueron las alteraciones desde el punto de vista natural de las modificaciones, que se llevan a cabo por la interacción de un individuo con el ambiente y/o con su línea filogenética, pero gracias a la ingeniería genética, existen alteraciones que se llevan a cabo de manera artificial. Este es el caso de lo anteriormente mencionado en el marco teórico de las primeras alteraciones que existieron en tomates transgénicos que los hizo más duraderos; este es un campo muy prometedor para la ciencia ya que de esta manera promete la optimización de procesos de producción y mejora la calidad de vida humana de cierta manera.

Estos procesos pueden ser variados tales como la creación de virus los cuales están modificados para que puedan insertar su material genético y de esta manera reemplazar partes en donde esté defectuoso y codifique cierta enfermedad, así al reemplazarlo se elimina la posibilidad de ser susceptible a padecer las enfermedades anteriormente descritas, aparte de la creación de virus también está la creación de enzimas de restricción, las cuales tienen una función muy parecida ya que estas tienen la capacidad de reconocer ciertas cadenas de ADN, las cuales posean algún defecto y después de reconocidas se extraen de la cadena nitrogenada y se vuelven a insertar en la célula.

Todo esto se ve muy benéfico desde la teoría, pero de este tema no se tiene la claridad suficiente gracias a varias razones, porque no se tienen la claridad de la función que

tiene específicamente cada cadena de ADN, aunque se tiene una mucha certeza del mapa del genoma, aparte de esto las interacciones entre los genes o cómo interactúan ciertas patologías con el material genético, aunque se ha tenido muchos avances gracias a proyectos como el mencionado anteriormente del genoma humano.

Adicionalmente, la investigación experimental tiene muchos contratiempos éticos, ya que gracias a la variedad del pensamiento del ser humano se pueden usar para cosas que de cierta manera carecen de moral cómo es el caso, si se tiene el conocimiento claro de la creación de virus que afecten el ADN se pueden crear armas biológicas que atentan contra la integridad de la persona, o cómo la creación de los bebés a pedido, ya que de esta manera los padres se podrían asegurar un bebe con mejores

capacidades intelectuales que podría sobresalir en este mundo tan competitivo.

En conclusión, se han hecho muchos proyectos que podrían tener un alcance impresionante a la hora de mejorar la calidad de vida del ser humano, todo depende de cómo se use y para qué, ya que muchas personas ven estas investigaciones como una esperanza muy grande que les podría ayudar tanto a niños como a adultos a librarse de ciertas patologías que hasta ahora solo se tiene cómo tratar los síntomas, pero no cómo erradicar el problema de fondo (17).

BIOÉTICA

Teniendo en claro la bioética como el estudio de las ciencias, en las conductas humanas, de una manera sistémica examinada desde parámetros éticos y morales.

El estudio de esta materia es complicado, ya que de cierta manera los principios éticos pueden ser relativos dependiendo del observador, y en la cultura que se haya desarrollado, ya que es muy diferente hablar de principios religiosos en Colombia o en China, pero para ser tomado como una ciencia no puede tener nada subjetivo.

Para esto se crean leyes y parámetros que en cierto países delimiten la manipulación de ciertos aspectos, hablando de modificaciones genéticas, este concepto es utilizado más que todo para la medicina, ya que los médicos son los

directamente implicados en el cuidado de la salud de un paciente por lo cual esa debe de ser su prioridad, por encima del tema económico y demás. Pero este sistema requiere costos, los cuales gracias a un pobre sistema de salud como el nuestro no se puede dar, ya que si se quiere velar por la dignidad de la persona se necesitan muchas cosas entre ellas que existan los medios y las revisiones para ver que esto se cumpla.

A la hora de hacer cumplir estas leyes de bioética el mejor profesional no sería un abogado ya que desconoce por completo el entorno al cual se enfrenta y qué capacidad de decisión le podría impulsar, por eso para estos cargos lo mejor es alguien que esté completamente involucrado en estos ámbitos y que tenga conocimiento pleno del entorno que lo rodea.

Esto ha generado variedad de conflictos en la actualidad, gracias a su tendencia a la subjetividad, cómo es el caso de las implicaciones morales de una cirugía de transexualidad o la autorización del interrupción voluntaria de un embarazo.

La bioética tiene como principales campos de estudio cuatro puntos entre ellos:

1. Análisis a profundidad del ser humano, casos en los cuales requieren cierta protección del individuo.
2. La investigación que requiera animales o muestras de ellos.
3. El análisis de organismos los cuales ya hayan sido modificados previamente.

4. La investigación de agentes biológicos que pongan en riesgo la seguridad humana.

Este estudio a través de los años se ha vuelto más necesario ya que para que se den avances radicales frente a problemas médicos como lo es el VIH o el cáncer que hasta el momento no tienen una cura definitiva, se necesitan muchas investigaciones. Éstas necesitan ser reguladas desde el punto de vista de la bioética para que no se den casos como el del investigador chino.

En conclusión, la misión de la bioética es velar por la protección y seguridad de la persona para que de esta manera no haya abusos o atentados contra la integridad de la persona, y así poder vivir en una sociedad en armonía (18).

Dato curioso

Se pueden tener tres padres biológicos: Siempre se ha tenido la concepción de un hijo como el fruto del material genético del padre más el de la madre, pero existen este caso que es muy raro y complejo, ya que implica que en primer lugar se esté llevando a cabo métodos de reproducción asistida, porque el ovulo de la madre tiene una peculiaridad, la cual es que su mitocondria está defectuosa, para esto se procede a desarrollar un trasplante de mitocondria para que se dé una fecundación exitosa, pero lo que hay que tener en cuenta es que la mitocondria del óvulo posee cierta parte del ADN de la madre por lo cual al trasplantar esta nueva mitocondria él bebe estaría con información de dos madres y un padre (2).

RELACIÓN CON LA RELIGIÓN

Este tema es complicado ya que a través de la historia humana se ha visto cómo la iglesia se ve cómo la principal opositora al progreso como es claro ejemplo el oscurantismo, cuando la iglesia poseía todo el poder, pero a través de los años se ha podido observar cómo está a perdido parte de este poder, gracias a esta pérdida se ha podido avanzar en ciertos campos que en el pasado serían impensables. Y aunque ha cambiado mucho el panorama, sigue teniendo de base dogmas, los cuales no les permite progresar, como ejemplo de esto cuando se dio a conocer el experimento tan famoso de la oveja Dolly, en el caso de Colombia no quería quedar atrás en esta clase de investigaciones y estamos hablando de finales del siglo XX en los cuales se quería que Colombia fuera nación en

la cual se puedan dar estas investigaciones, pero apenas este proyecto se lanzó, no faltaron los religiosos a oponerse ya que estos actos se consideran “antinaturales”, como la fecundación de un óvulo que no sea con fines de la procreación sino de la investigación, y llegaron hasta tal punto de comparar este proyecto con Hitler, ya que según ellos si se aprobaba esto Colombia sería hogar de horrores, y que la iglesia no se iba a quedar sin hacer nada. Pero esto ha cambiado mucho, en primer lugar por los nuevos pensamientos de los Papas, porque en los 90’s sería impensable el matrimonio gay, pero hoy en día ya es legal bajo el manto de la iglesia católica, es por eso que en tan solo una década y media ya ha cambiado muchos paradigmas y se han podido realizar muchas investigaciones.

Pero el tema es hasta donde llega la interpretación de lo natural, ya que bajo las interpretaciones, un poco sesgadas de la iglesia es que debe prevalecer lo natural, creado por Dios, pero esta fue la misma iglesia que dejaba morir a las personas porque era también antinatural investigar el cuerpo humano, esto nos invita a reflexionar muy seriamente sobre el tema en cuestión.

Volviendo al tema de cuando se intentó llevar a cabo los proyectos de ley, les tocó a los eclesiásticos irse por las ramas judiciales, ya que si se aprobaba este proyecto llegaron las multinacionales a tomar provecho de estas leyes para poder explotar la industria farmacéutica, que si las investigaciones se desarrollaban de la manera correcta se podrían corregir muchas patologías que no se tenían las capacidades hasta el momento, pero desafortunadamente

gracias a esta insistencia no se logró llevar a cabo y ganó la iglesia y perdió la ciencia.

Se espera que todo esto cambie en esta década porque gracias a los nuevos pensamientos del papa Francisco que está reformando la iglesia católica para bien y la está liberando del tradicionalismo, se sabe que aunque existan muchos cambios en este tema la iglesia va a seguir defendiendo sus principios básicos, les va a tocar cambiar para ser aceptados paulatinamente por una sociedad libre pensadora. Aunque sí es cierto que siguen en una discrepancia con este tema aunque no sea tan severa que en la antigüedad todavía se critica, cómo las palabras que dijo el papa Francisco en una audiencia en el Vaticano con el comité nacional de bioseguridad en 2017: “"Su tarea no es sólo promover el desarrollo armonioso e integrado

de Investigación científica y tecnológica relacionada con los procesos biológicos de la vida vegetal, animal y humana, también se les pide prevenir las consecuencias negativas que un uso distorsionado de la ciencia y la tecnología puede resultar cuando están acostumbrados a manipular la vida”(20).



El Papa Francisco

CONSECUENCIAS A LARGO PLAZO

La principal consecuencia que se podría esperar sería la desaparición de enfermedades ligadas a los genes, al ser este tema tan complicado su estudio es muy difícil saber su proyección, pero gracias a los recientes experimentos realizados por He Jianhui, el cual modificó genéticamente embriones para hacerlos más resistentes el virus del VIH, investigaciones que causaron controversia por varias razones entre ellas se menciona que este científico no publicó sus resultados en una revista oficial de ciencia, y por la falta de pruebas necesarias que se debían de tener antes de desarrollar esta clase de experimentos, los cuales fueron catalogados como peligrosos e irresponsables, ya que no se cubrirán las garantías de que no se estuvieran modificando pares de genes que no se debían modificar y

de esta manera causar trastornos o cambios que pueden ser irreversibles, de estos experimentos nacieron, unas gemelas, aunque la finalidad significaba un gran avance, pero crea la pregunta: ¿Son verdaderamente necesarias estas modificaciones?, ya que para ciertas enfermedades como la fibrosis quística existe un tratamiento de fecundación asistida en el cual no existe el riesgo de que la persona sufra la enfermedad, por lo cual hace cuestionarse a la comunidad científica, ya que es un paso muy grande, de estar modificando microorganismos o plantas, a embriones humanos es un cambio inmenso.

Por esto, el científico Chino quedó suspendido de su área de trabajo, ya que al no tener un seguimiento riguroso sobre el tema, además de abrir un debate amplio sobre particular, ya que si se deja que se lleven a cabo estas

modificaciones se estaría dando el aval para que se modifiquen embriones y se cree lo que se llama “bebés a la carta”, tema el cual está siendo estudiado por Instituto para la Embriología y la Fertilización Humana, en el Reino Unido. Aparte de esto se tienen muchas esperanzas en la terapia genética ya que de esta depende el futuro de las enfermedades, pero lo que hasta ahora no se ha tenido en cuenta las implicaciones ambientales o sociales que esta terapia puede generar en la sociedad, ya que de las empresas con más auge en el mundo es la farmacéutica que vive de la venta de millones de medicamentos para enfermedades que no tienen cura, por lo cual lo único que queda es tratar los síntomas, para dicha enfermedad con esto se liga al paciente de manera total, ya que si quiere sentirse mejor necesita seguir tomando los debidos medicamentos.

Por esto se impedirá en parte estas investigaciones, ya que se estaría perdiendo un capital inmenso, y se estaría llevando a cabo un conflicto de intereses muy serios, ya que en esta época lo que prima es la rentabilidad del producto, en este caso los fármacos son muy rentables, y no se van a dejar vencer por un modelo de mercado que busca otra cosa totalmente diferente como lo es la terapia genética, teniendo en cuenta de que esta terapia no es rentable no va a salir al mercado.

Todo esto nos deja una interrogante que es si de verdad prima el bienestar de la persona, ya que en muchos casos de nuestra sociedad lo que prima es el poder, y no hay que desconocer que otro riesgo a tomar sería que gracias a las nuevas terapias y nuevos fármacos, se podría dar la creación de nuevas enfermedades más fuertes que hasta el

momento no se hayan presentado. Gracias a la evolución de los fármacos en el tratamiento de enfermedades también se ha dado la evolución de las bacterias y los virus, que junto a nosotros van creando resistencia y han sabido mutar, para así permanecer vivas, por lo cual este peligro es inevitable, porque aparte de que pueden ser mutaciones naturales pueden ser artificiales y usarse para acciones poco éticas como lo son la guerra, que en el caso de los virus o las bacterias vendrían siendo armas químicas , que el hombre en su ansia de poder y grandeza podría poner en riesgo las vidas de toda la humanidad.

Otro aspecto que casi no se tiene en cuenta es el tema de las consecuencias ambientales que todo esto puede generar, aunque en las últimas décadas se ha creado más conciencia sobre el tema de que si no se cuida en donde

vivimos nos podríamos terminar extinguiendo, de esta manera la creación de nuevas tecnologías requiere la explotación de más recursos naturales necesarios para la creación de estas.

En conclusión, se ve la terapia genética junto a las alteraciones artificiales como un medio muy esperanzador de mejorar la calidad de vida de la persona pero todo depende de cómo se use ya que gracias a la avaricia del hombre cómo puede causar un inmenso bien, puede causar un inmenso mal, si se usa para otros fines, pero de la manera en que sea monitoreado, lleve un debido proceso de investigación, y se recauden las pruebas suficientes para evitar riesgos tanto humanos como ambientales, se pueden desarrollar investigaciones en el campo de manera libre.

Dato curioso

Uno de cada 180 niños nace con una enfermedad provocada por defectos genéticos: Esto no implica que sea hereditaria porque existen los casos en los cuales ni la madre ni el padre poseían esta enfermedad y el hijo la desarrollo y esto se debe a mutaciones espontaneas más que todo en la mitocondria de la madre esto hace que se le implanten al niño defectos genéticos entre los más comunes de defectos mitocondriales está la trisomía en el par 21 o síndrome de Down (2).



BIOTECNOLOGÍA

"La biotecnología se refiere a toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos" (Convention on Biological Diversity, Article 2. Use of Terms, United Nations. 1992) (21).

Teniendo esto claro podemos observar que los avances en la ingeniería genética han colaborado para que se den avances significativos en esta área, ya que se sabe que esta área cubre desde alimentos a vacunas, que a través de los años ha logrado avances significativos entre ellos, cinco de los más importantes son:

1. La transformación de alimentos: Productos de toda la vida como lo es el azúcar o el pan se siguen preparando, pero para ello se necesitan microorganismos que intervengan en dicho proceso, lo que gracias a la biotecnología los procesos se han acelerado, volviendo la producción de estos a una mayor tasa.

Esto nos demuestra que aunque sean alimentos de los cuales no han cambiado en mucho tiempo, se puede mejorar su producción ya que gracias al desarrollo de nuevas tecnologías en el campo agrícola lo ha permitido.

Pero esto también ha generado el auge del consumismo que para suplir las necesidades de un mundo en constante crecimiento necesita masificar sus producciones y para esto se está acabando con todo el recurso natural, más rápido de lo que él mismo se puede recuperar, aunque ha

sido muy importante el logro de poder realizar los procesos de manera más eficaz, nos lleva por el mismo camino del agotamiento de los recursos naturales.

2. Las vacunas: este ha sido un campo que también ha tenido mucha historia, ya que en un principio se desarrollaban con materia animal, lo que aparte de generar unos costos muy altos, se necesitaba demasiados animales para tratar a una persona, como lo era el caso de la insulina ya expuesto en el marco teórico.

Se espera que estas sigan cambiando aún más, ya que se está reconsiderando el ámbito de las inyecciones, por dos casos, en primer lugar el peligro sanitario que representa compartir una vacuna , y en segundo la fobia que algunas personas le tienen, por lo cual se están desarrollando vacunas que se consuman vía oral, lo que representa

muchos beneficios, ya que en primer lugar no se estaría dejando tanto residuo plástico, y además se facilita su transporte, y la facilidad de entrega, y de esta manera se ahorrarían la capacitación de personal que sepa inyectar una vacuna. Pero esto también trae desventajas, es muy bueno que podamos estar protegidos frente a la mayoría de patógenos existentes, pero no le estamos dejando trabajo a nuestro sistema inmune por lo cual cada vez somos más susceptibles a enfermedades nuevas, la cual nos afecta demasiado ya que tendríamos un sistema de defensas casi inactivo gracia a la protección obsesiva y al uso inadecuado de medicamentos, por lo cual seguimos estando indefensos, es por eso que en la antigüedad no se veía tanta susceptibilidad a las enfermedades como las vemos hoy.

3. Materiales ecológicos: en la última década se ha creado mucho conciencia sobre el tema de cuidar al planeta, ya que cómo lo llevamos, era de una manera que era totalmente insostenible, por esto se están desarrollando tecnología o productos hechos a base de recursos renovables, de esta manera son biodegradables, y no se va a agotar la fuente de estos.

Cuando tuvo el pico de contaminación el planeta fue alrededor de la revolución industrial, en ese momento el mundo tuvo un pico de contaminación que desgastó demasiado la capa de ozono, por lo cual, gracias a muchas campañas y al ver que esta contaminación nos afecta a todos en el sentido que la temperatura sube, activa alergias, y finalmente nos deja sin un aire libre de contaminación que podamos respirar.

Es por eso y gracias a cantidad de catástrofes naturales, se desarrolló un consenso con las Naciones Unidas en la cual estipularon el límite de agentes contaminantes al aire, de esta manera tener cierto control sobre el ambiente y por tuvo en cuenta este tema como muy importante, el cual debe estar incluido en la ley de todos los países, es por eso que se ve incentivado la producción de productos biodegradables y así contribuir al planeta en el que todos vivimos.

4. Tratamiento de agua: Gracias a que el agua es fundamental para que exista vida, gracias a que no es ilimitada se necesitan medios por los cuales poder descontaminar grandes cuerpos de agua.

Este procedimiento es demasiado importante, ya que el agua se necesita casi para todo, y gracias a la contaminación presente en ríos, por fábricas hace que el

poco porcentaje de agua potable sea cada vez menos, por lo cual, ya se estaban empezando a tomar en cuenta métodos para quitarle la sal a la agua de mar y de esta forma volverla, potable, y lo más reciente es el cultivo de microorganismos que al insertarse en cuerpos de agua contaminados se comerían todas estas impurezas y la haría apta para el consumo humano. Esto porque se han presentado antes muchos problemas en sectores más necesitados en donde el acceso al agua es más limitado por lo cual al tener que beber agua contaminada debilita su organismo, y si se logra masificar la producción de estos organismos, no pasaremos problemas ya que para el estilo de vida que hoy en día poseemos es algo esencial.

5. Cultivos Transgénicos: Mucha gente ve a los cultivos transgénicos como algo malo que daña a la planta o la fruta, pero la realidad es

completetamente diferente, nos está ayudando a mejorar, de alguna manera la dieta ya que eso es lo que busca.



Al realizar estos procedimientos se busca que no se tengan que volver a usar insecticidas, o no se dañen tan rápido, así tener por un menor costo una fruta de mejor calidad a la cual pueda estar al alcance de todos, este es el futuro alimentario.

Gracias a que en la mayoría de gente su dieta es muy poco balanceada, esto contribuiría demasiado en el sentido de que comiendo por ejemplo una manzana se podría estar comiendo todos las vitaminas necesarias que necesita nuestro organismo, sin necesidad de comer más, remarcando como ejemplo porque hasta hoy no se llegan a esos puntos, pero se tiene en los planes (22).

APLICACIONES

La ingeniería genética tiene muchas aplicaciones, ya que puede ser incluida en casi todos los ámbitos de la persona, es por esto que su campo es tan amplio y tan difícil estudiarlo como un conjunto por lo cual aquí se remarcaron 8 de las más importantes aplicaciones de la ingeniería genética tales como:

1. **La Agricultura**: este tema ya ha sido remarcado variedad de veces por lo cual no se profundizará en el tema, y lo único que queda por decir es que los productos transgénicos son el futuro de la agricultura, ya que a través de estos se logran nutrientes de los cuales no se consiguieron naturalmente, la única desventaja que se le podría ver es que si no se tiene excesivo cuidado en su

manipulación, y creación, no se puede ver el alcance de este, por lo cual si no se sabe muy bien que gen alterar y se da una alteración perjudicial, sería catastrófico y podría fácilmente llegar a ser una epidemia.

2. **Farmacéutica**: Este aspecto ha sido uno de los cuales más ha colaborado la ingeniería genética, ya que en primer lugar gracias a que la industria farmacéutica es la más rentable, dispone de los recursos necesarios para hacer sus investigaciones respectivas, para esto el diseño de microorganismos que puedan alterar la condición defectuosa del gen de ciertos individuos, pero estas investigaciones tienen un doble propósito, ya que al ser una de las industrias más rentables no les interesa en parte curar la enfermedad, sino

tratar los síntomas porque así tienen al paciente casado de por vida con el medicamento, pero se espera que esto cambie a la hora de descubrir cómo arreglar determinados defectos genéticos.



3. **Diagnóstico Clínico**: Al poder identificar con certeza ciertos secuencias de bases nitrogenadas se puede tener una mayor certeza, sobre el tipo de patógeno que está infectando a cierta persona, y al poder conocer cómo es la secuencia de dichos organismos también se puede tener los medios por los cuales atacarlos, y así eliminar la posibilidad

de un diagnóstico erróneo, lo cual conlleva a un tratamiento médico erróneo que terminaría por afectar más a la persona.

4. **La terapia genética**: la mayoría de estas aplicaciones se refieren a la medicina la cual procura mejorar la calidad de vida de todas las personas y eso es lo que aspira la terapia genética como fin último, la cual consiste en aislar los genes defectuosos del núcleo de una célula y reemplazarlos por cadenas sanas, de esta manera poder corregir defectos genéticos dominantes tales como: Fibrosis quística o Alzheimer.
5. **Producción de energía**: gracias a que los combustibles fósiles, son un recurso natural limitado, cada vez se ve más se ve la necesidad de producir energía limpia, por lo cual la producción

de biocombustibles, está en auge para, de esta manera contribuir a que se salve el planeta a través de recursos renovables que no contaminen y sean eficaces.

6. **Investigación forense**: Como se mencionó en el marco teórico describe cómo las huellas digitales son una de las marcas que pueden identificar a cierta persona de su grado de participación en cierto acto criminal o fuera de la ley, la manera más fácil de identificar al culpable es a través de las huellas digitales, y no solo es esto, también al identificar las cadenas de ADN de las personas se puede identificar a la persona con una muestra de cabello, saliva o sangre.



7. **Investigación Antropológica**: El estudio de la ingeniería genética ha permitido desarrollar técnicas por las cuales, identificar a ciertas culturas, a través de sus comportamientos y migraciones, de esta manera poseer un espectro histórico más amplio, y así no perder el contexto histórico de hace cientos de años, de esta manera poder determinar su organización cultural, y poder aprender de nuestro pasado.

8. **Restauración Ambiental**: Los avances recientes en la creación de microorganismos ha contribuido demasiado a la restauración del medio ambiente, ya que al diseñar este tipo de microorganismos, permite modificarlos de tal manera que logren degradar cierto tipo de residuos plásticos o derivados del petróleo, de esta manera nos estaríamos haciendo cargo de la gran cantidad de plástico y basura encontrada alrededor del mundo, de esta manera cómo en otras tener un ambiente más sano él el que todos podamos vivir (23)

Video Informativo

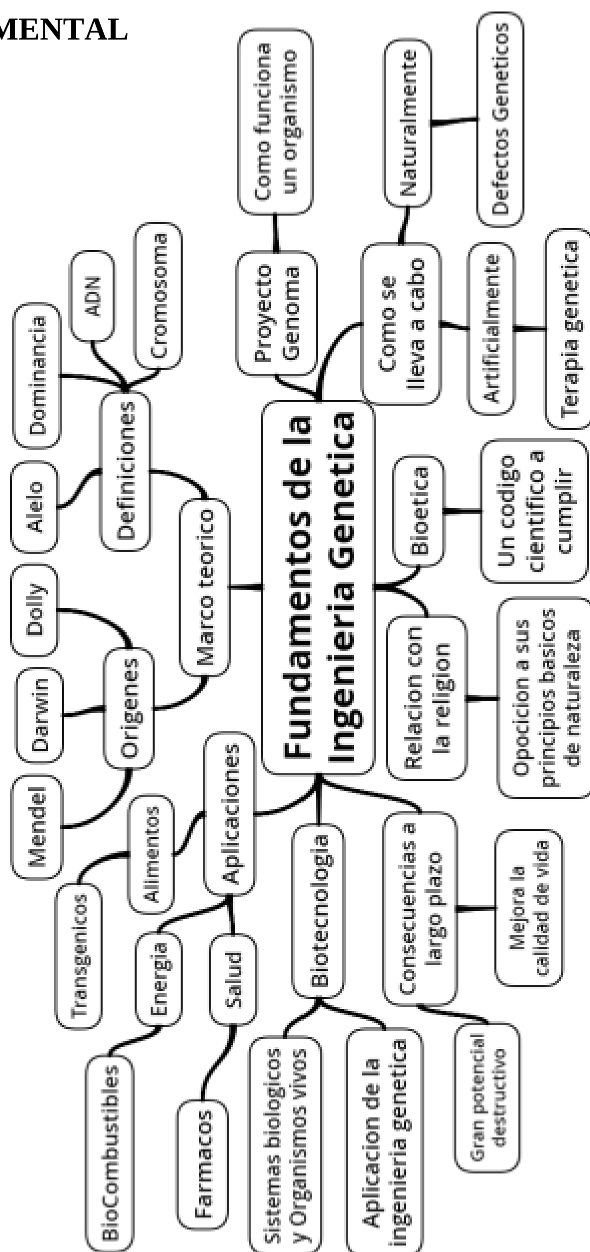
Se sugiere revisar el siguiente video como una forma de complementar lo expuesto en el texto.



Disponible en:

- https://youtu.be/-nub_SEz0Dw

MAPA MENTAL


Fundamentos de la Ingenieria Genetica
Marco teorico
Definiciones
Alelo
Dominancia
ADN
Cromosoma
Origenes
Mendel
Darwin
Dolly
Aplicaciones
Alimentos
Transgenicos
Energia
BioCombustibles
Salud
Farmacos
Biotecnologia
Sistemas biologicos y Organismos vivos
Aplicacion de la ingenieria genetica
Consecuencias a largo plazo
Mejora la calidad de vida
Gran potencial destructivo
Relacion con la religion
Opocicion a sus principios basicos de naturaleza
Bioetica
Un codigo cientifico a cumplir
Proyecto Genoma
Como funciona un organismo
Como se lleva a cabo
Naturalmente
Defectos Geneticos
Artificialmente
Terapia genetica

ACTIVIDADES RECOMENDADAS

---

1. Investigue ¿por qué las enfermedades recesivas aparecen más frecuentemente en ciertos grupos poblacionales?
2. ¿Cuáles son las diferencias conceptuales entre el ADN y el ARN?
3. Describa de ¿qué manera influye el entorno de un individuo en la activación de patógenos recesivos?
4. Consulte ¿qué diferencias hay entre secuenciar ADN y secuenciar Proteínas?
5. Mencione las implicaciones éticas que tiene la experimentación con humanos.
6. ¿Qué es un cariotipo?
7. Describa el término Congénito.
8. Mencione 5 enfermedades genéticas.

EVALUACIÓN

---

1. ¿Qué no tuvo en cuenta Mendel al crear sus leyes?

   ____

   ____

   ____

2. ¿Por qué es más probable que el síndrome de Down le dé a los hombres? __________________

   ____

   ____

3. Describa ¿por qué la iglesia se opone a los avances en manipulación genética? ____________

   ____

   ____

   ____

4. ¿Qué le esperaría al planeta si no se tiene cuidado de este campo? ______________________________

   ____

5. Mencione ¿quién fue el padre de la genética clásica? _____________________________________

6. Razone ¿por qué la bioética es necesaria para las investigaciones actuales? _____________________

   ____

   ____

7. Describa el proceso de creación de alimentos transgénicos: _______________________________

   ____

BIBLIOGRAFÍA

Contenido:

1. *Pérez, J. (2014). Definición de selección artificial. Disponible en: https://definicion.de/seleccion-artificial/*
2. *Valenzuela, I. 7 interesantes curiosidades sobre el mundo de la genética. Disponible en: https://www.vix.com/es/btg/curiosidades/6843/7-interesantes-curiosidades-sobre-el-mundo-de-la-genetica.*
3. *Rodríguez, J. (2016). MANIPULACIÓN GENÉTICA: ENTRE CIENCIA Y CONCIENCIA. Disponible en: http://www.smu.org.uy/elsmu/comisiones/reencuentro/charla_manipulacion_genetica_smu.pdf*
4. *Copesa, G. (2015). ¿Quién descubrió la célula? Disponible en: http://www.icarito.cl/2009/12/60-7920-9-2-la-celula.shtml/*
5. *Domingo, P. (2016). Teoría de Darwin, el Origen de las Especies. Disponible en: http://www.elorigendelhombre.com/teoria%20de%20darwin.html*
6. *Moreno, E. (2007). Genética y las Leyes de Mendel. Disponible en: http://museovirtual.csic.es/salas/mendel/m10.htm*
7. *Sin Registrar. (2016). Leyes de Mendel. Disponible en: https://leyesdemendel.com/ley-de-mendel*
8. *Macy, J., T. (2011). DNA from the Beginning. Disponible en: http://www.dnaftb.org/10/bio.html*
9. *Tomé, C. (2014). De la doble hélice. Disponible en: https://culturacientifica.com/2014/01/21/de-la-doble-helice/*
10. *National Human Genome, R. (2015). Anomalías Cromosómicas. Disponible en: https://www.genome.gov/27562612/anomalas-cromosmicas/*

11. *Mulet, J. (2013). La historia de la insulina. Disponible en: https://culturacientifica.com/2013/04/19/la-historia-de-la-insulina-90-anos-salvando-vidas/*
12. *Alvarez, A. (2016). La historia de las huellas digitales. Disponible en: http://www.tekhnosur.com/index.php?option=com_content&view=article&id=118:la-historia-de-las-huellas-digitales&catid=2:noticias&Itemid=11*
13. *CANUL, J. (2004). SECUENCIACIÓN DE ÁCIDOS NUCLEICOS. Disponible en: http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/secuenciacion_acidos_nucleicos.pdf*
14. *Sancho, J. (2016). Secuenciación de proteínas y DNA. Disponible en: http://www.bifi.es/~jsancho/estructuramacromoleculas/20secuenciacionproteinasyDNA/20seqprotyDNA.htm*
15. *Martín Pérez, L. (2017). TRANSGÉNICOS. Disponible en: http://bioinformatica.uab.cat/base/documents/genetica_gen201516/portfolio/Trasg%C3%A9nicos2016_6_2P9_16_15.pdf*
16. *Animal Research. (2014). La clonación de la oveja Dolly. Disponible en: http://www.animalresearch.info/es/avances-medicos/linea-de-tiempo/la-clonacion-de-la-oveja-dolly/*
17. *Duker, A. (2017). Fundamentos de los genes y de las enfermedades genéticas. Disponible en: https://kidshealth.org/es/teens/genes-genetic-disorders-esp.html*
18. *asociacion de bioetica (2012). ¿Qué es la Bioética? Disponible en: https://www.abimad.org/documentaci%C3%B3n-por-temas/1-bio%C3%A9tica-general-y-deontolog%C3%ADa/bio%C3%A9tica-una-nueva-definici%C3%B3n/*
19. *Barbadilla, A. (2015). Proyecto genoma. Disponible en: http://bioinformatica.uab.es/base/base3.asp?sitio=ensayosgenetica&anar=pgh*
20. *Píldoras de Fe (2017). Papa Francisco: Manipular la vida puede traer consecuencias negativas. Disponible en: https://www.pildorasdefe.net/noticias/papa-francisco-*

cientificos-manipular-vida-puede-traer-consecuencias-negativas

21. *Themebeez (2017). ¿Qué es la Biotecnología? Disponible en: http://www.centrobiotecnologia.cl/comunidad/que-es-la-biotecnologia/*
22. *Guthrie-Honea, K. (2018). 5 avances prodigiosos de la biotecnología. Disponible en: http://www.e-consulta.com/nota/2018-01-03/ciencia/5-avances-prodigiosos-de-la-biotecnologia*
23. *Cajal, A. (2018). Las 10 Aplicaciones de la Ingeniería Genética Más Importantes. Disponible en: https://www.lifeder.com/aplicaciones-ingenieria-genetica/*

Imágenes:

1. *Portada https://www.eldiarioexterior.com/imagenes/fotosdeldia/44469__.jpg*
2. *Charles Darwin http://www.livingpaintings.org/wp-content/uploads/Portrait_of_Charles_Darwin._Wellcome_M0010103-376x460.jpg*
3. *Leyes de Mendel: https://leyesdemendel.com/wp-content/imagenes/Ley-De-Mendel.png*
4. *Cromosomas http://revistageneticamedica.com/blog/wp-content/uploads/2017/04/cromosomas1.jpg*
5. *Logo proyecto del genoma humano: http://bioinformatica.uab.es/base/myimages/genetica_gen/logo_HGP.jpg*